



Технология разведки и разработки месторождений природного газа

Китайская Национальная Нефтегазовая Корпорация

■ 2011 г.



ОТДЕЛ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Китайская национальная нефтегазовая корпорация—
лидер в области разведки и разработки сложных
месторождений природного газа!





Оглавление

1. Краткое описание	3
2. Уникальные технологии	4
3. Примеры применения технологий	22
4. Научно-исследовательское оборудование и оснащение	27
5. Сертификаты и стандарты	30
6. Команда специалистов	32



Китайская национальная нефтегазовая корпорация (КННК) – это государственный холдинг, осуществляющий интегрированную деятельность в области нефтегазовых операций апстрима (нефтедобычи) и даунстрима (нефтепереработки), внешней и внутренней торговли, а также производства и сбыта продукции. Компания является крупнейшей современной межотраслевой и транснациональной комплексной нефтяной корпорацией, в состав которой входит: 17 предприятий по разведке и добыче, 33 предприятия по переработке, 36 предприятий по реализации и сбыту. Компания является крупнейшим производителем и поставщиком сырой нефти, природного газа и нефтехимической продукции на территории Китая. В 2010 году объем добычи сырой нефти составил 105 млн. тонн, природного газа – 72.5 млрд. куб.м., объем переработанной нефти – 135 млн. тонн; годовой доход от производственной деятельности составил 1.72 трлн. юаней, прибыль – 172.7 млрд. юаней. По уровню прибыли в 2010 году компания вышла на первое место в Китае.

В 2010 году Китайская национальная нефтегазовая корпорация заняла 10 место в

списке 500 крупнейших компаний мира по версии американского журнала «Fortune», а также 5 место среди 50 крупнейших нефтегазовых корпораций мира.

Деятельность компании подчиняется общей стратегии, направленной на развитие ресурсов, рынков и общей интернационализации деятельности. Деятельность компании посвящена научно-техническому прогрессу и новым технологиям, а также развитию инновационного потенциала. В целях всестороннего инновационного развития и легкого преодоления потенциальных препятствий компания постоянно совершенствует систему технологий и инноваций, оптимизирует систему научно-технологических ресурсов, укрепляет команду талантливых сотрудников. В результате ежедневной упорной работы компания добилась высоких результатов в области научно-технологического прогресса, обладает множеством собственных разработок и достижений.

Технология разведки и разработки месторождений природного газа является одним из показательных примеров инновационных достижений компании.

**Мы вкладываем ресурсы в
создание гармоничного общества**



1

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Китайская национальная нефтегазовая корпорация уделяет большое внимание постоянной разведке и разработке месторождений природного газа на материке и в прибрежной зоне. В результате научных исследований и работ, выполненных на протяжении 50 лет, компанией были созданы 25 уникальных технологий в области разведки и бурения газовых месторождений, разработки газовых отложений, добычи газа и наземных инженерных работ. В том числе были успешно разработаны газовые месторождения с аномально высоким давлением, с высоким содержанием серы, с содержанием воды, с крайне низкой проницаемостью, карбонатные коллекторы, пористые месторождения в песчанике, а также газовые месторождения в вулканической породе.

Технологии КННК по разведке и разработке месторождений природного газа нашли широкое применение в Китае и за рубежом, заказчиками КННК выступали такие крупные транснациональные нефтегазовые корпорации как «Shell», «Total», «Техасо», а также множество нефтегазовых компаний Средней и Южной Азии.



2.1 Разведка месторождений природного газа

Технологии разведки месторождений природного газа включают в себя теоретические основы различных наук, технические средства и методы, а также комплексную оценку информации, полученной о геологическом объекте, о геологическом строении, сейсмике, результатах исследований и бурения скважин; выполнение аналитической работы в отношении совокупности собранных данных в итоге приводит к обнаружению месторождений природного газа. Китайская национальная нефтегазовая корпорация обладает уникальными знаниями в области теории геологических особенностей природного газа, разведочных технологий, а также уникальным оборудованием и программным обеспечением, что позволяет компании осуществлять комплексную разведку газовых месторождений, в том числе комплексную оценку геологических особенностей, сейсмические исследования районов повышенной сложности, а также оценку проведенных каротажных исследований.

2.1.1 Комплексная оценка геологических особенностей газовых месторождений

Комплексная оценка геологических особенностей газовых месторождений заключается в проведении анализа разведанного месторождения на условия нефтеносности, наличия пластовых резервуаров, подвижности, плотности, условий сохранности, в том числе определении и оценке ловушек, оценке пластового резервуара, оценке пластовых флюидов газового месторождения.

2.1.1.1 Определение и оценка ловушек при геологических условиях повышенной сложности

Под геологическими условиями повышенной сложности понимается большая разница высоты рельефа, плохое изображение информации о сейсмических волнах, сложные подземные структуры, увеличение разрывов и изломов, сильная анизотропия резервуаров, многообразие ловушек. Для оценки подобных ловушек КННК использует специальные технологии.

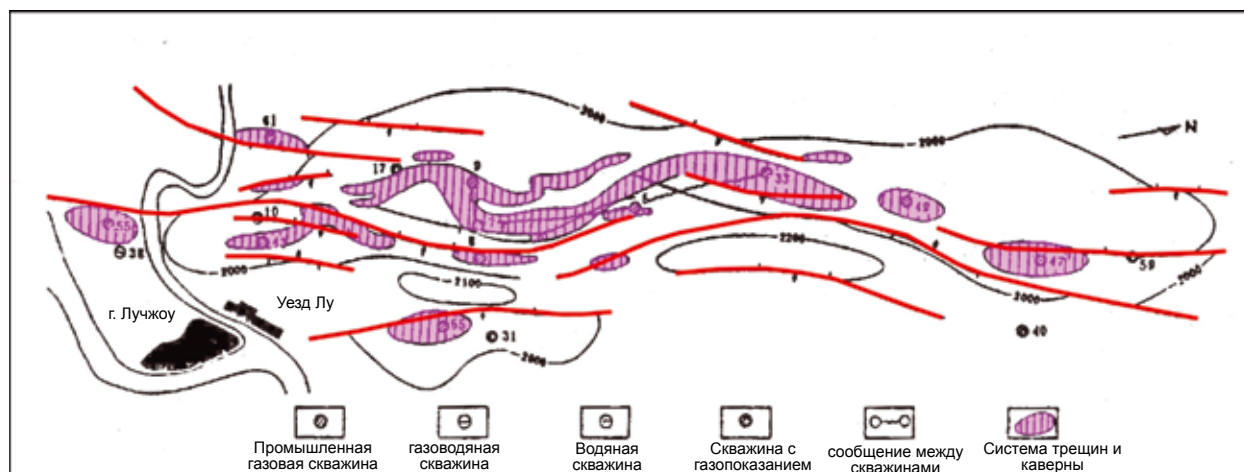
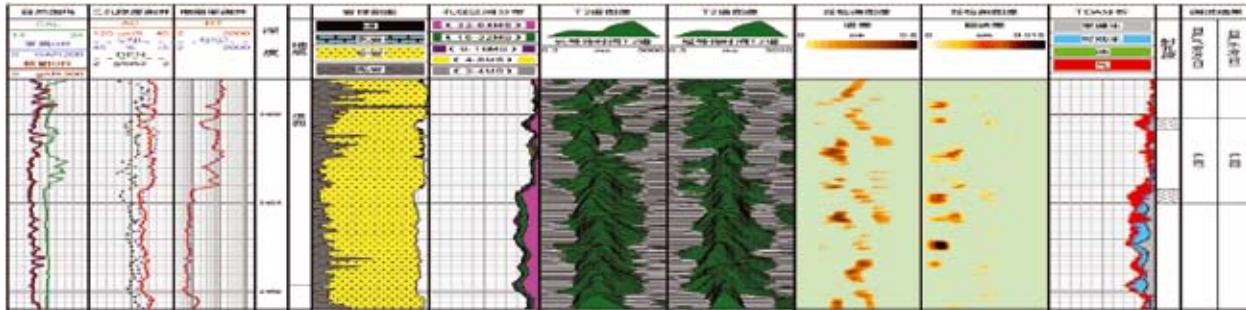


Схема распределения систем трещин и скважин Янсиньтун на газовом месторождении Янгаосы

2.1.1.2 Оценка пластового резервуара

Оценка пластового резервуара основана на передовой технологии испытания и определения горных и минеральных пород в сочетании с геофизическими и каротажными исследованиями и заключается в количественно-качественной оценке особенностей трещин и разлом в продуктивном пласте, особенностей вертикального и горизонтального расположения, а также установлении геофизических особенностей и определяющих факторов.



Разрез полученного изображения пластовых флюидов газового месторождения на р. Сюцзяхэ

2.1.1.3 Оценка пластовых флюидов газового месторождения

Оценка пластовых флюидов газового месторождения заключается в проведении исследования свойств пластовых флюидов месторождения, соотношения газа и воды, расположения пластовых флюидов с помощью каротажного и других методов исследования. КННК разработала технологии определения свойств и расположения пластовых флюидов в карбонатных коллекторах и песчаных резервуарах с низкой пористостью и проницаемостью.

2.1.2 Технологии сейсмических исследований горных местностей

2.1.2.1 Комплексная технология сейсмического исследования труднодоступных районов

Технология сбора сейсмологической информации в труднодоступных районах заключается в

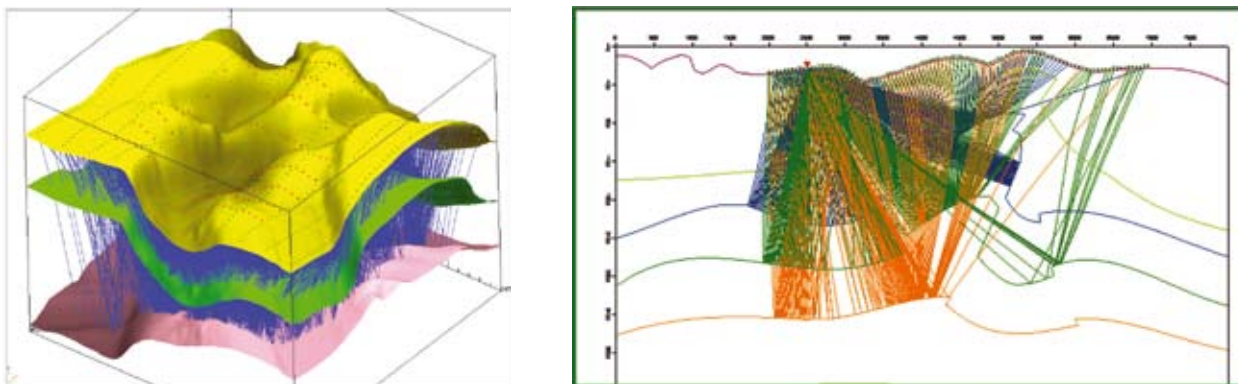


Работа по сбору сейсмологической информации в труднодоступных районах

получении информации с поверхности земли и с подземных структур о сейсмических отраженных волнах с помощью специального программного обеспечения, малогабаритного бурового оборудования, а также искусственного возбуждения и приема сейсмических волн. КННК использует специализированное оборудование и программное обеспечение для сбора, обработки и расшифровки данных сейсмических исследований. Например, приемное устройство 408XL может обеспечить проведение полного комплекса сейсмоисследования.

2.1.2.2 Технология получения изображений высоких крутых горных структур

Технология получения изображения высоких крутых горных структур - это технология обработки данных с использованием специализированного компьютера и программного обеспечения о точном



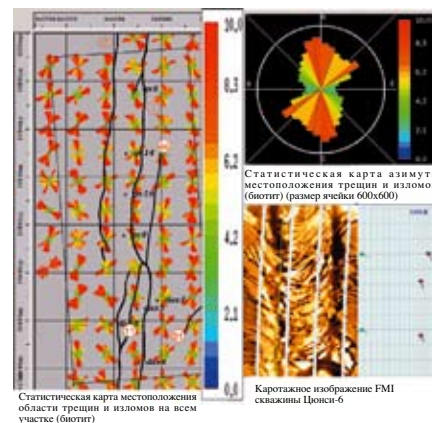
Разрез полученного изображения высокой крутой горной структуры

нахождении сейсмического волнового поля на земной поверхности и в подземных структурах крутых горных пород. Эта технология также представляет собой способ получения изображения с помощью обработки информации об отклонении, статической поправки и анализа скоростей. В своих исследованиях для обработки данных КННК использует новейшие компьютеры и программное обеспечение собственной разработки, а также зарубежные продукты Omega и Geocluster.

2.1.2.3 Статистическая карта местоположения разрывов и изломов

Технология прогноза местонахождения пластового резервуара и описания нефтегазового месторождения

Технология прогноза местонахождения пластового резервуара и описания нефтегазового месторождения - это проведение анализа сейсмической волны с помощью трехмерной визуализации, полученной в результате обработки и расшифровки комплекса геологических, сейсмологических и каротажных данных специализированным программным обеспечением, для прогноза месторасположения резервуара нефтегазового хранилища, определения пластовых флюидов, измерения трещин и изломов. Для достижения данных целей КННК в своей работе использует программное обеспечение Landmark и Jason.



Статистическая карта местоположения трещин и изломов

2.1.2.4 Технология многокомпонентного сейсмической разведки

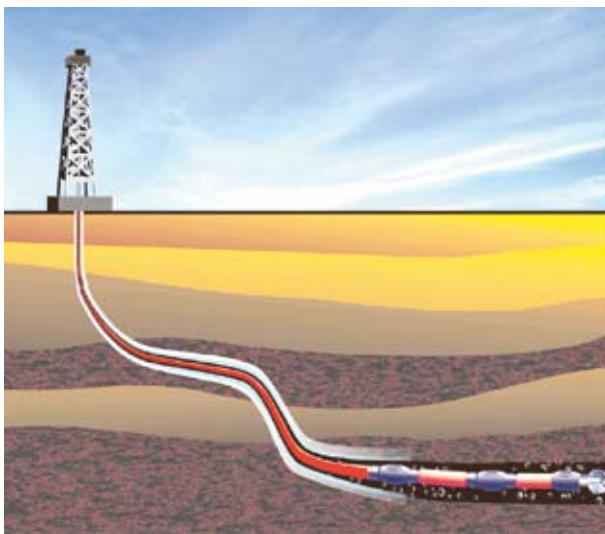
Технология многокомпонентного сейсмического исследования основана на возбуждении сейсмических волн из гипоцентра, при котором проводится обработка показаний многокомпонентного детектора о продольных, поперечных или перемежающихся сейсмических волнах и с помощью изображения горной структуры и пластовых резервуаров осуществляется определение свойств горных пород и пластовых флюидов, измерение трещин и изломов, а также прогнозирование местонахождения нефти и газа. Для комплексного исследования и получения наиболее полных результатов КННК использует программное обеспечение многоволновой технологии обработки и расшифровки данных собственной разработки, а также трехкомпонентные цифровые детекторы международных марок DSU3 и VectorSeis и программное обеспечение VectorVista и Proms.

2.1.2.5 Технология комбинированного сейсмической разведки

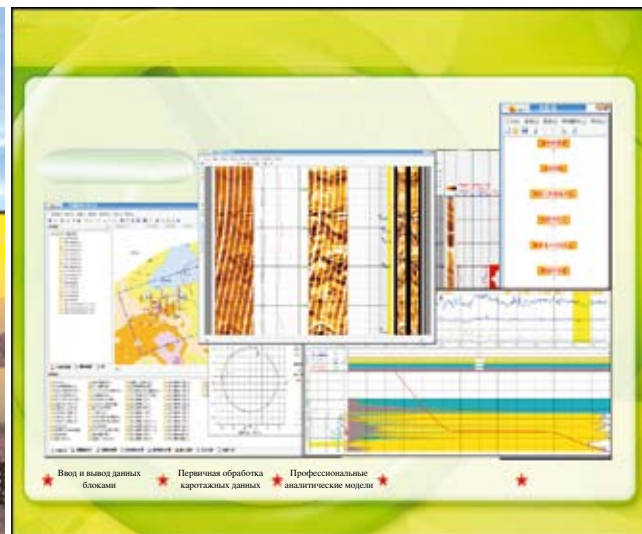
Технология комбинированного сейсмического исследования заключается в сборе, обработке и интерпретации данных, полученных в результате наземных и внутрискважинных сейсмики. КННК проводит комбинированные сейсмические исследования с помощью цифрового подземного приемника VSP английской компании AVALON, а также с помощью систем обработки данных для VSP - Univers и Promax.

2.1.3 Технологии комплексной оценки каротажных данных

Технологии комплексной оценки каротажных данных заключаются в комплексной оценке и анализе каротажных данных о строении пластового резервуара и горной породы по периметру скважины. За долгое время проведения разведочных работ КННК создала технологии сбора и обработки каротажных данных для газовых скважин с высоким давлением, высокой температурой, высоким содержанием серы, для горизонтальных, сверхглубоких и неравновесных скважин. Данные технологии достоверны и удобны для тщательного описания каротажных данных анизотропных карбонатных пород, обломочных пород с низкой пористостью и низкой проницаемостью, а также высоких крутых структур.



Изображение сбора каротажных данных горизонтальной скважины



Окно операционной системы обработки каротажных данных Цзижуй

2.2 Бурение и освоение скважин

Китайская национальная нефтегазовая корпорация владеет следующими уникальными технологиями: технологии инженерного проектирования бурения и освоения скважины, технологии контроля скважины, комплексные буровые растворы и технологии предупреждения и ликвидации поглощения, технологии бурения на депрессии, технологии бурения с газом, технологии бурения наклонно-направленной и горизонтальной скважин, технологии бурения с отбором керна, технологии испытания нефтегазовых скважин, технологии аварийно-спасательных работ, технологии крепления скважины.

2.2.1 Технологии бурения глубоких и сверхглубоких скважин

Принимая во внимание вопросы безопасности и скорости бурения в условиях повышенной сложности на глубине более 5000 м высоких крутых структур, горных пород сложного строения и аномально высокого давления, КННК создала технологию глубокого и сверхглубокого бурения. Данная технология предлагает индивидуальное проектирование проведения буровых работ и позволяет проводить полный комплекс глубокого и сверхглубокого бурения.



Технология проектирования бурения глубоких и сверхглубоких скважин и интерпретационная система

2.2.2 Технологический процесс бурения на депрессии

Технологический процесс бурения на депрессии заключается в том, что с помощью оптимального режима бурения, оптимальной среды бурения и регулирования давления на устье скважины в течение всего процесса, чтобы давление в скважине поддерживается ниже пластового порового давления. Данная технология позволяет своевременно обнаружить и защитить нефтегазовый пласт, повысить скорость проходки бурения, является максимально эффективной для разработки газовых месторождений с низким давлением и низкой проницаемостью, а также для истощенных месторождений. КННК использует новые модели внутрискважинного оборудования системы роторного управления для бурения на депрессии, а также программное обеспечение Signa и DrillBench для анализа гидромеханики бурения на депрессии.

2.2.5 Технологии колонкового бурения

Были созданы такие уникальные технологии бурения с отбором керна, как отбор керна при бурении на депрессии/с очисткой газом; Глубокое бурение с отбором изолированного керна, Бурение с отбором керна в рыхлых породах. Данные технологии были одобрены многими международными нефтегазовыми корпорациями и нашли широкое применение на месторождениях более 20 стран.

2.2.6 Технологии крепления скважин

Принимая во внимание различные геологические и рабочие условия, КННК создала соответствующие эффективные технологии крепления и цементирования скважин, уделяя особое внимание процессу крепления скважин в условиях повышенной сложности – при высокой температуре, высоком давлении, высоком содержании сероводорода.



Процесс цементирования скважины



2.2.7 Технологии контроля скважин и проведения аварийно-спасательных работ

Уделяя особое внимание технике безопасности проведения работ в условиях повышенной сложности, КННК создала технологию контроля скважины, а так же системы контроля качества оборудования системы ПВО, утвердила отраслевые стандарты технологии контроля скважин. В сфере проведения аварийно-спасательных работ были разработаны различные методы ликвидации чрезвычайных ситуаций выхода скважины из-под контроля, аварийных ситуаций фонтанирования и пожара на скважине. Кроме того, профессиональная спасательная группа компании оснащена новейшим оборудованием по устранению аварийных ситуаций на нефтегазовых месторождениях. Спасательная команда КННК успешно ликвидировала различные чрезвычайные ситуации на многих месторождениях в Китае и за рубежом, в том числе в Кувейте, Туркменистане, Пакистане, Индии и др.



Тушение пожара на скважине в Кувейте в 1991 году

2.2.8 Технологии испытания нефтегазовых скважин

Принимая во внимание трудности испытания скважин в условиях высокой температуры, высокого давления и высокого содержания серы, КННК использует в своей работе новейшее испытательное оборудования – полнопроходное подземное испытательное устройство для условий высокого содержания серы серии APR, двух- и трехфазные горизонтальные сепараторы для условий высокого содержания серы. Кроме того, были разработаны технологии, позволяющие в течение долгого времени безопасно разрабатывать газовые месторождения с условиями высокой температуры, давления и содержания серы, в том числе технология безопасного измерения содержания серы в скважине и на земной поверхности, DST-тестирование глубоких скважин в условиях высокой температуры, давления и содержания серы, технология освоения скважины с крайне высоким содержанием серы несъемным пакером.

2.2.9 Комплексные буровые растворы и технологии предупреждения утечек

КННК применяет в своей работе буровые растворы для бурения глубоких скважин, буровые растворы высокой плотности, буровые растворы для защиты пластового резервуара, буровые растворы серии MEG, буровые растворы на нефтяной основе, буровые растворы органической соли жидкой фазы удаления буровых отходов (шлама), а также другие методы предотвращения и ликвидации утечек. Данные технологии используются в условиях сильной пластовой глинизации, высокой дробимости и обвала пласта, загрязнения скважины (солью, сероводородом, углекислым газом и др.), для регулирования изменения свойств бурового раствора высокой плотности при высокой температуре, для защиты пластового резервуара низкой проницаемости и ликвидации сильных утечек из скважины.

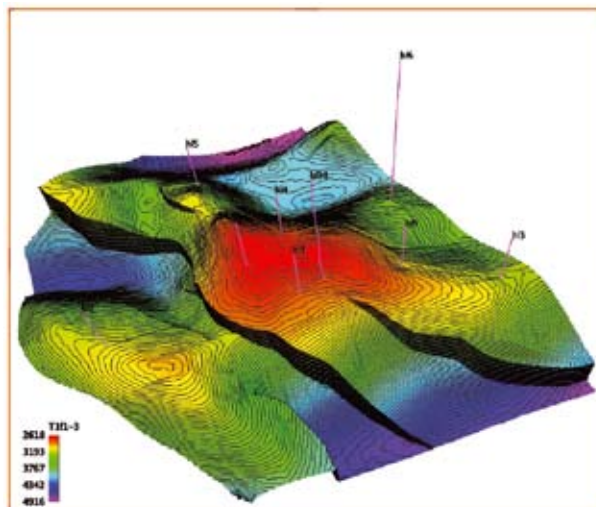
2.3 Разработка газового месторождения

В основе разработки газового месторождения лежит способность и умение с помощью геологического моделирования, каротажных исследований и математических моделей получить и проанализировать эксплуатационные характеристики скважины и месторождения, а также особенности и порядок добычи на данном месторождении. На основе полученных данных необходимо провести научное исследование данного газового отложения, утвердить оптимальный план разработки данного месторождения и газовой скважины, провести работу по детальному анализу, моделированию и контролю всего процесса разработки газового месторождения.

КННК разработала уникальные технологии разработки газовых отложений – метод описания сложных комплексных газовых отложений, прогнозирование водотоков в трещинах и изломах, анализ неламинарного потока низкой скорости, детальный математический анализ разработки газового отложения, математическое моделирование и оптимизацию программы освоения различных газовых отложений.

2.3.1 Технологии описания (тонких пластов) газовых отложений

Описание (тонких пластов) газовых отложений - это многопрофильная комплексная исследовательская работа, которая проводится на основе геологических исследований, с целью управления производственным процессом эксплуатации газового месторождения. КННК разработала особую технологию детального описания газовых отложений, включающую в себя различные техники динамического описания, анализа и математического моделирования сопоставления тонких земных пластов и пластовых резервуаров, обработки и интерпретации сейсмических данных, внешних характеристик трещин и изломов, геологического моделирования газовых отложений. Для проведения данных исследований КННК применяет программное обеспечение геологического моделирования Petrel и RMS, которое позволяет с высокой точностью определить и описать геологические структуры, пластовые резервуары и остаточные запасы газовых отложений.



Модель геологического моделирования (тонких пластов) газового отложения

2.3.2 Технологии разработки особых газовых отложений

К особым газовым отложениям относятся: газовые отложения с содержанием воды, высоким содержанием серы, отложения сверхнизкой проницаемости, с нефтеконденсатной смесью, отложения сильной анизотропности, многослойные структуры и др. Для анализа каротажных данных особых газовых скважин, математического анализа и моделирования разработки газового отложения, математического моделирования и оптимизации процесса освоения различных газовых отложений КННК создала уникальные технологии на базе программных продуктов аналитических и математических методов каротажа скважины и математического моделирования PanSystem, PanMesh, Saphir, Weltest, MatBal, Topaze, WellFlo, F.A.S.T, ReO, Eclipse, Vip и SimBestII. Данные технологии позволяют провести анализ каротажных данных, оценку производственного потенциала месторождения и оптимизацию процесса разработки отложения.

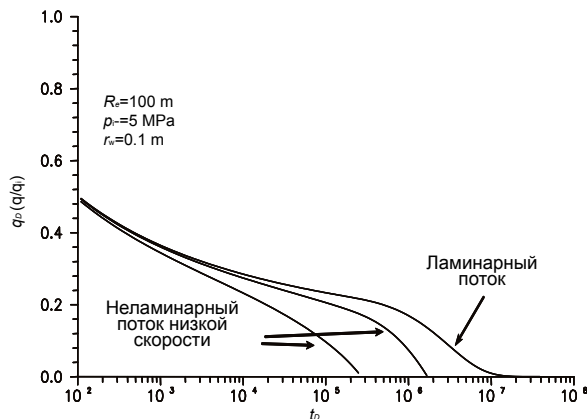
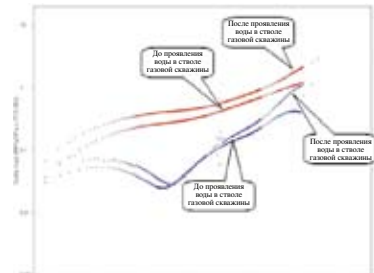
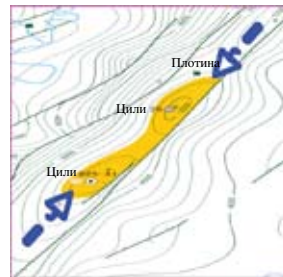
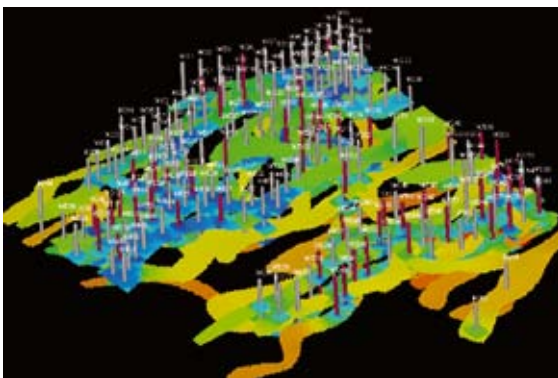


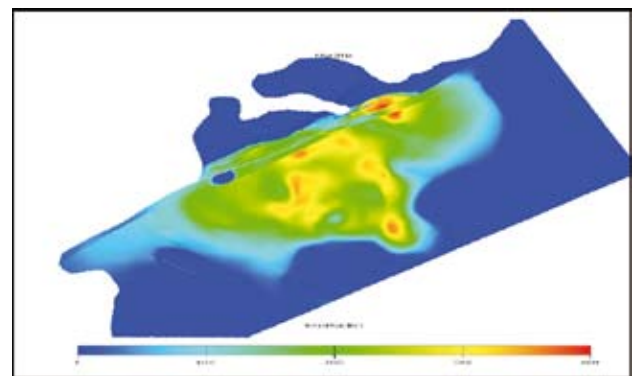
График естественного падения уровня добычи природного газа из отложения сверхнизкой проницаемости



Диагностика направления водотока при разрывах и изломах



Эффективное размещение в песчаных породах и оптимизация размещения скважин по сетке газового отложения сверхнизкой проницаемости



Размещение газовых запасов в двухслойной среде изломов и трещин

2.3.3 Технологии лабораторной оценки разработки газового месторождения

Лабораторная оценка разработки газового месторождения - это способ исследования особенностей газового месторождения и научная разработка защиты и сохранения газового отложения. КННК создала современные технологии лабораторной оценки в области определения механизмов генерации углеводородов из зрелых и перезрелых материнских пород, измерения параметров неламинарных потоков колонковых пород сверхнизкой проницаемости, описания подземной циркуляции водяных потоков в трещинах и изломах, анализа газовой фазы с содержанием серы.



Измерительная система коэффициента относительной проницаемости и параметров электрических свойств

2.4 Проектирование добычи газа

Процесс добычи газа – это важный процесс эффективной разработки газового месторождения, который включает в себя сдачу в эксплуатацию освоенных скважин на месторождении, каротажное исследование скважины, меры по наращиванию производства, подземные работы и ремонт скважин. КННК проводит комплексные работы по добыче газа с использованием новейшей техники, оборудования и программного обеспечения. Корпорация в своей работе использует уникальные технологии по освоению скважин с высокой температурой, высоким давлением и высоким содержанием серы, по реконструкции и наращиванию объемов добычи из газовых отложений низкой проницаемости в карбонатных и осадочных породах, по дренажу газового отложения с содержанием воды и добыче газа, по ремонту скважин с низким давлением, по проведению лабораторного анализа и оценки.

2.4.1 Технологии освоения газовых скважин повышенной кислотности

Освоение газовых скважин повышенной кислотности проводится для скважин с повышенным содержанием сероводорода и углекислого газа на основе исследований напряжения в земной коре, устойчивости ствола скважины и коррозии. Данная технология включает в себя три совместные операции – перфорацию (забой), кислотную обработку и испытание. Весь процесс проводится при постоянном контроле температуры и давления несъемным пакером и комплектом оборудования испытательного давления из антикоррозионного сплава стального проката или углеродистой стали с антикоррозионными добавками для продления срока эксплуатации подземной буровой колонны.

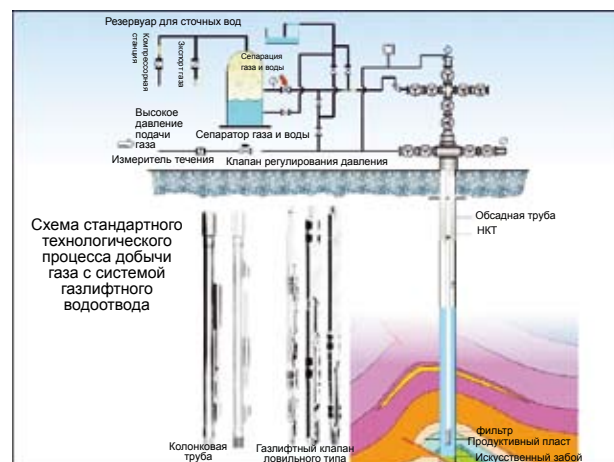
2.4.2 Технологии по реконструкции и наращиванию производительности газовых скважин

Наращивание производительности газовых скважин включает технологию гидроразрыва и технологию кислотной обработки. КННК осуществляет процесс реконструкции и увеличения объемов производственной добычи газовых месторождений с помощью технологий многооборотной подачи и закрытой кислотной обработки, масштабного гидравлического разрыва с добавлением песка, ламинарного гидравлического разрыва пакерами, секционного гидравлического разрыва в горизонтальной скважине, многослойного разрыва в неподвижной колонне, кислотной обработки колтюбинга горизонтальных скважин. При проведении данных работ используется программное обеспечение трехмерного моделирования подачи кислотного давления в пластовый резервуар карбонатных пород, программа двух- и трехмерного проектирования чередующейся подачи в насос и закрытой кислотной обработки, программа проектирования излома FracproPT, программа реального трехмерного моделирования гидроразрыва Wingoher, программа проектирования кислотной обработки основной породы Stimpro, профессиональная система проведения кислотной обработки основной породы Acidguide, а также используются реагенты окисления для создания разрыва.

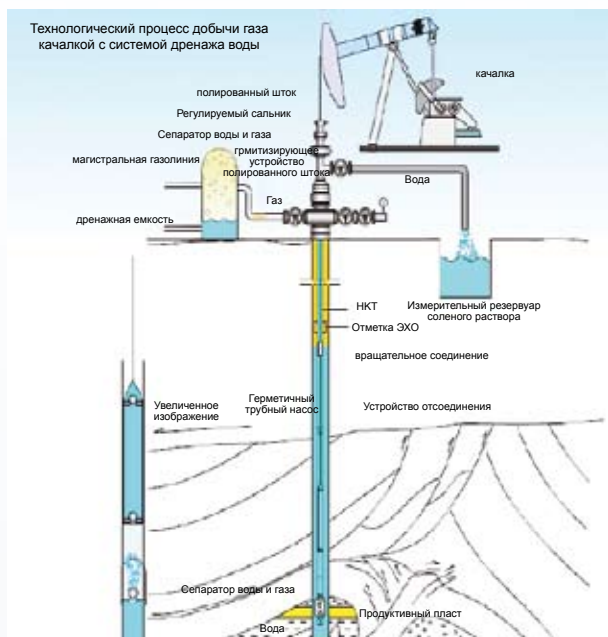


2.4.3 Технологии добычи газа

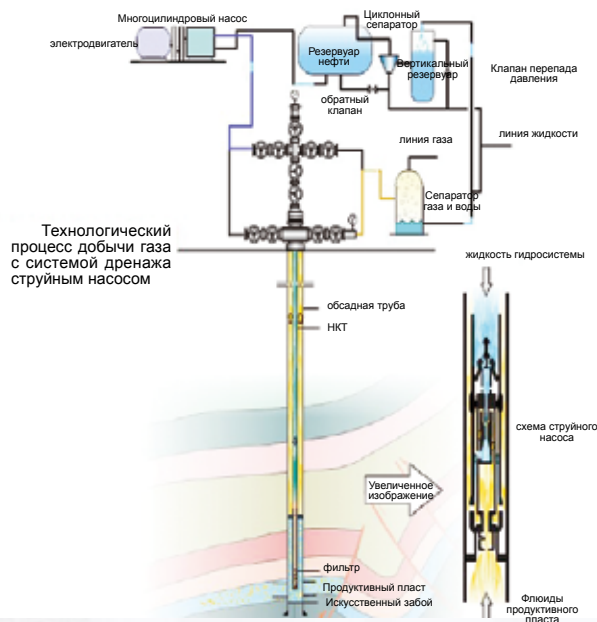
Китайская национальная нефтегазовая корпорация успешно разработала более 10 видов дренажных технологий добычи газа, в том числе: оптимизацию колонны, химический дренаж, механический дренаж и др. Для проведения работ по добыче газа используется специальное оборудование и техника, а также инженерное программное обеспечение для проведения подземного дросселирования и предупреждения появления гидратов, а также для проведения механического дренажа и добычи газа.



Стандартный технологический процесс добычи газа с системой газлифтного водоотвода



Технологический процесс добычи газа с системой дренажа воды



Технологический процесс добычи газа с системой дренажа струйным насосом

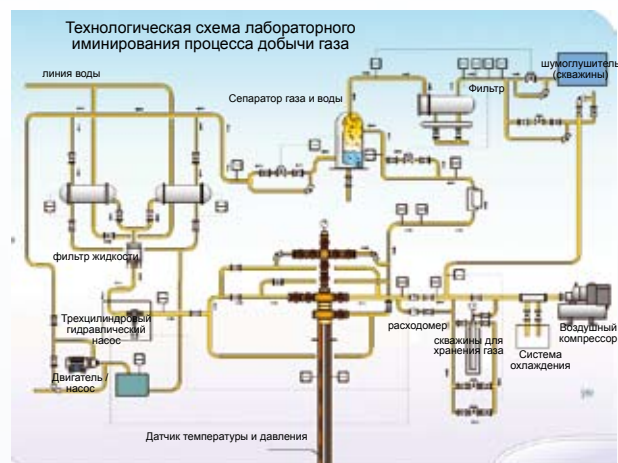
2.4.4 Технологии экспериментальных и лабораторных исследований процесса добычи газа

Лабораторная оценка процесса добычи газа заключается в том, что с помощью современного лабораторного оборудования имитируются реальные рабочие условия с целью совершенствования процесса добычи и используемых материалов и оборудования, минимизации степени возникновения рисков, развития новых технологий и изобретения нового оборудования, повышения общего уровня научно-исследовательских разработок.



Лаборатория системы имитирования процесса добычи газа

Для оценки процесса добычи газа и процесса кислотной обработки КННК использует в своей работе профессиональное специализированное оборудование – современную лабораторную систему моделирования процесса добычи газа, экспериментальный стенд моделирования подъема газа, экспериментальный стенд электрического погружного насоса, сервисное оборудование испытания электрического кабеля, гидравлическую стальную тележку для освоения скважины.



Технологический процесс лабораторного моделирования процесса добычи газа

2.5 Наземные инженерные работы

Наземные инженерные работы, осуществляемые с целью добычи, подготовки, хранения и транспортировки природного газа, включают следующие производственные операции: дросселирование природного газа, теплоотдача, сепарация, измерение, дегидратация, повышение давления, очистка, подготовка и транспортировка.

КННК обладает комплексными технологиями сбора и обработки природного газа, которые позволяют проводить безопасную и чистую разработку типичных газовых месторождений, месторождений нефтеконденсатной смеси, месторождений с высоким содержанием серы, месторождений сверхнизкой проницаемости.

Технология транспортировки сухого и влажного кислого природного газа;

Проектирование и строительство крупного завода по очищению природного газа;

Технология восстановительного жидкофазного окисления и сероочистки природного газа с небольшим содержанием серы, а также десульфурации твердой фазой;

Технология оценки и отбора материалов;

Технология оценки и предотвращения коррозии;

Растворители для сероочистки, катализаторы-восстановители серы, замедлители коррозии;

Технология испытания свойств природного газа.

2.5.1 Технологии сбора газа с высоким уровнем коррозионности и давления с месторождения нефтеконденсатной смеси

Внутренний сбор природного газа заключается в сборе природного газа в газопроводе из разных скважин с учетом характеристик месторождения и конкретных геологических особенностей местности, а также дальнейшей его транспортировке до очистного завода.

2.5.1.1 Сбор и транспортировка кислого газа

Технология сбора и транспортировки кислого газа эффективно справляется с задачами образования гидратов, отбора материалов для сборного нефтепровода и предотвращения коррозии, закрытой транспортировки и очистки сточных вод.

Транспортировка сухого газа: после дегидратации природного газа на месторождении осуществляется сбор газа в газопроводе и его транспортировка до очистного завода. Данный метод используется в условиях сбора газа с нескольких месторождений и при транспортировке кислого газа на большие расстояния. КННК с помощью данной технологии успешно проводила разработку месторождений кислого газа Датяньчи, Дачигань, Цилия в провинции Сычуань.

Транспортировка влажного газа: после проведения сепарации газа и воды на индивидуальной скважине или газосборной станции газ по сборному трубопроводу доставляется до очистного завода для дегидратации и сероочистки. Данный метод используется для одиночного месторождения и при транспортировке газа на короткие расстояния. КННК использовала данный метод на месторождениях кислого газа Волунхэ, Чжунба, Моси, Вэйюань в провинции Сычуань.



Станция дегидратации Датяньчи



Трубопровод сбора и транспортировки смешанной газовой и жидкой смеси на месторождении Инмай-7



Жидкостный коллектор на входной трубе очистного завода

2.5.1.2 Сбор и транспортировка газа с нефтеконденсатной смесью

Процесс сбора и транспортировки газа с нефтеконденсатной смесью включает сбор газа с индивидуальной или кустовой скважины, вторичное дросселирование устья скважины и доставку смешанного потока двухфазной газовой и жидкой смеси до центрального очистительного завода. Для отбора газа из газоконденсатной пробки необходимо установить жидкостный коллектор на конце газопровода. На центральном очистительном заводе используются: система охлаждения с дроссельным клапаном J-T, система сепарации при низкой температуре и система очистки воды и углеводородов. Сначала вводятся ингибиторы для предотвращения образования газовых гидратов, затем с помощью фракционирования под давлением проводится обработка нефтеконденсатной смеси. Чтобы в процессе производства избежать выработки отработанного газа и воды, в некоторых отдаленных районах используют работу в автоматическом режиме без обслуживающего персонала. КННК с помощью данной технологии успешно разработала месторождения Кэла-2, Тачжун, Инмай-7 и др.

2.5.1.3 Наземный сбор и транспортировка газа с месторождения низкой проницаемости

Принимая во внимание низкий объем добычи газа с индивидуальной скважины, большое количество производственных скважин, быстрое снижение давления и другие особенности газового месторождения низкой проницаемости, использование оптимальной и простой техники сбора и транспортировки газа позволит снизить себестоимость и повысить эффективность разработки месторождения.

Предотвращение образования гидратов с помощью подземного дросселирования;

Сокращение длины трубопровода с помощью последовательного соединения индивидуальных скважин или скважин кустового типа;

Проведение процесса централизованной сепарации и циклических измерений на газоприемной станции и последующая доставка на очистительный завод.

Данная технология была эффективно использована на месторождениях Сулигэ в Чанцине, Гуанань в провинции Сычуань и др.



Сепаратор газа и жидкости

2.5.2 Технологии очистки природного газа

Технологии очистки природного газа включают процессы очистки газа от содержащегося сероводорода, углекислого газа, воды и других примесей, чтобы выполнить требования по качеству поставляемого газа. КННК в своей работе использует полный комплекс технологий сероочистки, дегидратации, очистки от углекислого газа, восстановления серы, газоочистки, дегазации жидкой серы и т.п.



Центральный очистной завод на газовом месторождении
Кэла-2



Комплексный очистной завод в г. Чунцин

2.5.3 Антикоррозионные технологии для месторождений кислого газа

В процессе разведки и разработки газовых месторождений КННК уделяет пристальное внимание разработкам и практическому применению антикоррозионных и защитных технологий. Обладая богатым практическим опытом и навыками в данной сфере, компания предлагает клиентам безопасные, экономически выгодные и экологически чистые способы разработки месторождений кислого газа.

- Жидкая коррозионная среда и методы оценки антикоррозионных свойств материалов;
- Разработка и применение антикоррозионных добавок;
- Разработка антикоррозионной программы;
- Проверка и обнаружение коррозии на месте проведения работ;
- База данных коррозионных процессов.



Оборудование для оценки коррозии при высокой температуре и высоком давлении



Твердые десульфураторы серии СТ



Катализаторы для восстановления серы серии СТ

2.5.4 Технологии испытания, измерения и стандартизации природного газа

Испытание, измерение и стандартизация природного газа – это комплексный процесс замера, отбора проб, измерения, испытания и анализа свойств газа, а также стандартизация всех процессов с момента добычи (из скважины) до поставки заказчику. КННК представляет полный набор методов испытания и анализа природного газа и сульфидных соединений, создает национальные стандарты измерения потоков, обладает полной системой государственной и отраслевой стандартизации, а также стандартизации на уровне предприятия. Корпорация разработала множество образцов государственного стандарта 1 и 2 уровня.

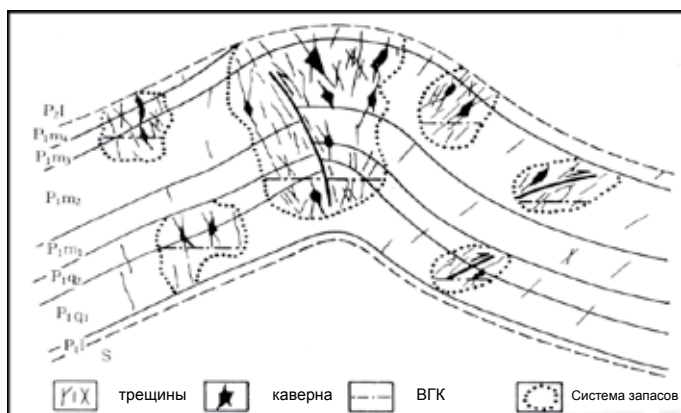
3

ПРИМЕРЫ
ПРИМЕНЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЙ

3.1 Разведка газовых пластов карбонатных пород с трещинами, а также пластов с трещинами и изломами

Принимая во внимание геологические особенности газовых пластов с трещинами и изломами, КННК разработала различные технологии их разведки (более 90% бурения пласта с трещинами характеризуется коэффициентом продуктивности более 75%).

- (1) Три оптимальных выбора» - выбор типа структуры, расположения и типа пластового разрыва;
- (2) Три вида расчетов» - расчет искривления структуры, расчет сопутствующих трещин пластового разрыва, расчет волнового сопротивления структуры;
- (3) Четыре вида обработки» - реальное моделирование, высокая разрешающая способность, Seis-log (или G-log), распознавание образцов или P-G показатели;
- (4) Комплексная оценка» - проведение комплексного анализа вышеперечисленных данных выбора, расчета и обработки, расчета запасов (методом изобар), выбор системы трещин с максимальным газовым запасом.



Карта модели запасов пласта плотного известняка с трещинами и каверной нижнепермской системы



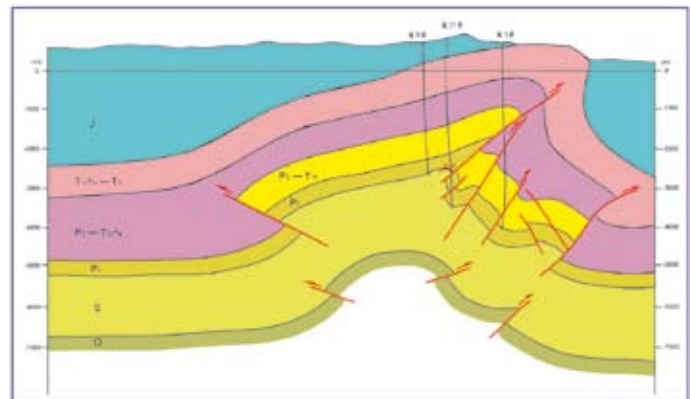
Карта модели тонкого пласта запасов карбонатной породы трещин и разрывов морской платформы нижнетриасового комплекса

3.2 Разведка газовых месторождений крутых структур

Принимая во внимание высокие крутые структурные образования в восточной части Сычуаньского Красного бассейна, а также сильные складки, большой угол падения пласта и сложное строение структуры, во время разведки данного участка с использованием различных технологий были обнаружены разнообразные крупные и средние месторождения газа. Восточная часть Сычуаньского Красного бассейна стала основным промышленным участком добычи природного газа Сычуаньского нефтегазового месторождения.



Разрез естественного обнажения пород Восточной крутой структуры Сычуаньского Красного бассейна



Разрез и интерпретация геологической структуры месторождения Дачигань

3.3 Глубокое и сверхглубокое бурение в Сычуаньском Красном бассейне

При разработке Сычуаньского Красного бассейна для увеличения скорости механического бурения КННК применяла комплексную технику глубокого и сверхглубокого бурения, технику очистки забоя газом и инструменты с буровыми сверлами PDC. В результате скорость бурения увеличилась в более чем в 3 раза, а цикл бурения сократился более чем наполовину.



Сравнительные диаграммы скорости бурения 35 скважин на участке Лунган и 7 скважин в структуре Линь

3.4 Разработка газовых отложений обломочных пород сверхнизкой проницаемости

Газовые отложения с низкой проницаемостью встречаются достаточно часто, на различных участках и формациях встречаются различные сложные факторы низкой проницаемости, содержания воды, сильной неоднородности, многослойного строения и др., что ограничивает эффективность разработки газовых отложений. Разработка газового отложения обломочных пород сверхнизкой проницаемости является еще более сложным процессом.

Коэффициент проницаемости газового отложения обломочных пород среднетриасового месторождения Сюйцзяхэ в Сычуаньском Красном бассейне намного ниже 0.1 мД. Принимая во внимание характерные особенности низкой проницаемости, сильной неоднородности, низкой производительности индивидуальной скважины, неоднородного соотношения газа и воды данного отложения, КННК проводила работы по целесообразной и эффективной разработке этих газовых отложений. Для определения расположения пластовых резервуаров, границ воды и газа, определения производительности скважин и других существенных параметров необходимо было использовать техники детального описания (тонкого) газового отложения, исследования и анализа скважин, математического анализа компонентов. С помощью разработки кустовых скважин и подземного дросселирования специалистами корпорации были выбраны обогащенные газом участки и оптимальное месторасположение скважин, а также были оптимизированы наземные рабочие процессы, снижены объемы капиталовложений и увеличена производительность индивидуальных скважин в 5-20 раз.

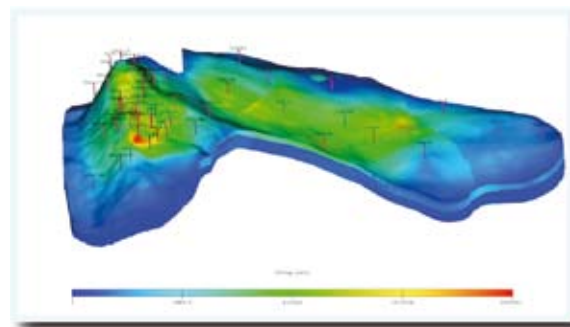


Диаграмма остаточных запасов газового отложения Сюйлю на месторождении Гуанань

3.5 Безопасная разработка месторождений сернистого газа

3.5.1 Антикоррозионные технологии для безопасной разработки месторождения сернистого газа

Газовое отложение Лэйсань на газовом месторождении Чжунба в провинции Сычуань характеризуется высоким содержанием сероводорода, содержание H_2S – 4.9-7.11%, содержание CO_2 – 4.16-4.69%, содержание Cl в воде – 1000-51766 мг/л. С помощью технологии разработки месторождения кислого газа данное отложение уже почти 30 лет эффективно и безопасно разрабатывается.



Оборудование проверки коррозии на месте проведения работ для месторождений сернистого газа

3.5.2 Очистительные технологии при безопасной разработке месторождения сернистого газа

Принимая во внимание высокий коэффициент содержания углерода и серы в природном газе на некоторых участках, а также процесс восстановления серы, с помощью процесса сероочистки, селективного каталитического окисления, каталитического гидролиза органической серы, специалистами корпорации были улучшены показатели селективности сероочистительного раствора, стойкости к пенообразованию и окислению, а также были усовершенствованы свойства катализатора восстановления серы. В составе сернистого газа концентрация H_2S значительно увеличилась, и в ходе процесса значительно сократилось энергопотребление. Практическое применение продемонстрировало превосходные качества раствора СТ8-5, изготовленного по собственной особой технологии корпорации, который по незначительному содержанию H_2S и CO_2 и другим характеристикам превосходит аналогичные растворы. Применение селективной сероочистки и процесса Супер-Клаус восстановления серы гарантирует нормальное функционирование оборудования, уровень содержания H_2S в чистом газе – $5-10 \text{ мг/м}^3$, коэффициент восстановления серы – более 99%.



Очистительный завод природного газа (с применением растворителя селективной сероочистки СТ8-5)

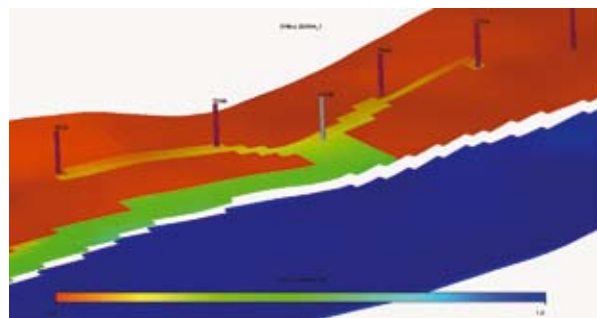
3.6 Разработка газовых отложений с содержанием воды

В ходе разработки газового отложения с содержанием воды вследствие постоянного снижения пластового давления подземные воды вдоль трещин проникают в газовое отложение, образуя «мертвые зоны» и скопление жидкости в стволе скважины, таким образом, оказывая отрицательное влияние на уровень производительности скважины и коэффициент добычи газа. Большая часть газовых месторождений содержит воду, но в процессе разработки отложения проникновение пластовой воды происходит в разной степени.

Дренаж воды при добыче газа - очень важное средство удержания под контролем процесса проникновения воды в газовое отложение. С 2000 года в сфере эффективной разработки месторождений с содержанием воды достигнуты значительные успехи. В Сычуаньском Красном бассейне ежегодно проводится дренаж в среднем 300 скважин, а годовой рост производительности добычи газа составляет примерно 6-8%.

3.7 Аварийно-спасательные работы во время фонтанирования и пожара на скважине Осман-3 в Туркменистане

28 октября 2006 года на скважине Осман-3 в Туркменистане, которая является типичной газовой скважиной высокой производительности с высоким давлением и содержанием серы, на глубине бурения 4577 м произошло внезапное фонтанирование и возгорание скважины. Огнем было уничтожено полностью все оборудование, возгорание также привело к смерти одного работника буровой. Ежедневный выброс природного газа составил более 5 млн. куб. метров, концентрация сероводорода достигла 34.5 г/м^3 . Аварийно-спасательный отряд КННК проводил спасательные работы в крайне опасных



Изображение механизма направления потока воды в трещине



Результаты применения дренажного процесса при добыче газа в Сычуаньском Красном бассейне



Проведение аварийно-спасательных работ на скважине Осман-3 в Туркменистане

4

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАЩЕНИЕ

и сложных условиях недостатка воды в пустыне, переменчивого направления ветра и серьезного повреждения устья скважины.

Китайская национальная нефтегазовая корпорация оснащена лабораториями с новейшим оборудованием и передовыми техническими разработками. Компания может предоставить услуги по исследованию и разработке, лабораторному анализу и оценке, консультированию, проектированию и строительству в сфере геофизической разведки, оценки газовых месторождений, бурения и освоения скважин, комплекса подземных работ, процессов добычи, очистки, наземного сбора, хранения и транспортировки природного газа.

В сфере разведки природного газа используются сейсмические приборы 408 XL и 408 UL, различные программные продукты обработки данных, а также рабочие станции и программное обеспечение по проведению каротажных исследований.

В сфере разработки газового отложения используются приборы лабораторного анализа и аналитическое программное оборудование, такие, как прибор измерения степени проницаемости плотных пород, многофункциональный прибор измерения пористости гелия HP-40, прибор измерения степени проницаемости колонковых пород полного диаметра, лабораторное устройство измерения серных отложений в керне, прибор измерения пористости расширенного гелия, измеритель плотности твердых тел UPY-1000, спектрометр ЯМР, фазометр PVT.

(1) Лаборатория СКО карбонатных пород

Проводит отбор технологий окисления и гидравлического разрыва, оценку комплексных свойств рабочей жидкости, экспертизу качества реагентов окисления и гидравлического разрыва, анализ чувствительности пластового резервуара, оценку свойств вспомогательного реагента, лабораторное испытание механических свойств породы и напряжения в земной коре.



Прибор измерения степени проницаемости при высоком давлении

(2) Лаборатория технологий добычи газа
КННК обладает единственной в Азии лабораторной скважиной моделирования процесса добычи газа полного диаметра, позволяющую проводить моделирование двухфазного потока газа и воды, оценку технологий добычи, испытания различного оборудования и техники.



Лабораторная скважина моделирования процесса добычи газа

(3) Лаборатория очистки газа

Проводит лабораторный анализ и оценку процессов восстановления серы и газоочистки, сероочистки твердыми фазами, комплексной очистки от серы и железа, очистки от сероводорода с получением аммония.

(4) Лабораторная экспертиза и анализ природного газа

Данная лаборатория является Центром проверки и контроля качества продукции природного газа, а также Государственной отраслевой организацией по ISO/TC193.

(5) Лаборатория экспертизы материалов для сероводородных нефтегазовых месторождений и коррозии

Имеет возможность моделировать наземные и подземные условия сероводородных нефтегазовых скважин условий давления и температуры – 70 МПа и 350°С, проводить испытания прогрессирующей коррозии и статической нагрузки при высокой температуре, высоком давлении и высоком уровне коррозионности, проводить испытания использующихся в наземных и подземных объектах металлических металлов на растрескивание под действием сульфидов и коррозионное растрескивание.



Лабораторное устройство проведения сероочистки твердым десульфуратором



Лабораторное устройство гидродесульфирования



Лабораторное устройство моделирования сероводорода высокой температуры и высокого давления

5 СЕРТИФИКАТЫ И СТАНДАРТЫ

5.1 Сертификаты

Китайская национальная нефтегазовая корпорация получила международный сертификат IADC повышения квалификации в области регулирования скважин, сертификат API по колонковому бурению и др. Наземные процессы проектирования, разведки, управления и инженерного консультирования также подтверждены сертификатами высшего государственного уровня. Кроме того, компания руководит Центром государственной экспертизы транзитных трубопроводов, а также обладает государственной лицензией на проведение инспекции напорных трубопроводов, государственной лицензией на аккредитацию лабораторий, лицензией проверяющего органа, государственным сертификатом на проведение экспертиз обнаружения коррозии и антикоррозионной проверки материалов для сероводородных нефтегазовых месторождений, разрешением на тестирование особого оборудования, сертификатом подлинности расчетов измерительных станций больших потоков и др.



Международный сертификат IADC повышения квалификации в области регулирования скважин



Разрешение на тестирование особого оборудования КНР



Сертификат Центра экспертизы и контроля качества подтверждения подлинности расчетов оборудования регулирования скважины



Сертификат инженерного проектирования



Сертификат на проведение экспертиз обнаружения коррозии и антикоррозионной проверки материалов для сероводородных нефтегазовых месторождений



Сертификат подтверждения подлинности лабораторных испытаний



Разрешение на лабораторные испытания природного газа

5.2. Стандарты

Китайская национальная нефтегазовая корпорация предоставляет полный комплекс технического обслуживания в четком соответствии с международными отраслевыми стандартами API и др., гарантирует полное согласование комплекса технологий, продукции и проведения различных работ.

6

КОМАНДА
СПЕЦИАЛИСТОВ



Дай Цзиньсин Член Китайской академии наук, специалист по геологии и геохимии природного газа. Руководил многими национальными ключевыми научно-исследовательскими проектами по исследованию природного газа, разработал модели углеводорода угольного пласта, способы определения различных резервуаров природного газа, модели газовых резервуаров и порядок обогащения крупных и средних газовых месторождений.



Чэнь Гэншэн Специалист по разведке природного газа. Руководил многими проектами разведки в условиях повышенного риска, добился выдающихся результатов в ходе проводимых проектов и исследований. Обладает превосходными знаниями и практическими навыками в сфере нефтехимической геологии, новых технологий, способов и методов разведки. Обладает опытом проведения нефтегазовой разведки в сотрудничестве с иностранными компаниями.



Хуан Сяньпин Специалист по разведке природного газа, долгие годы посвятил исследованию, разработке и руководству процесса разведки природного газа в Сычуаньском Красном бассейне. Обладает богатым опытом проведения научных исследований и руководства проектами. Руководил многими важными научно-исследовательскими проектами.



Ли Ялинь Специалист по разведке природного газа, член SEG. Посвятил 22 года исследованиям и практическому применению технологий комплексной интерпретации и изображения крутых структур, прогноза и описания пластовых резервуаров сложных нефтегазовых месторождений, многокомпонентной сейсмической разведки.



Сун Цзяжун Специалист по разведке природного газа, долгие годы посвятил комплексным исследованиям нефтегазовой геологии, производственным исследованиям разведочных работ. Обладает богатым опытом в исследованиях создания нефтегазовых резервуаров в карбонатных морских фациях, литологических нефтегазовых резервуарах в нижних склонах холмов. В ходе исследования разведочных работ добился значительных научных результатов.



Ци Баоцюань Специалист по каротажным исследованиям скважин, более 20 лет посвятил работе по исследованию скважин, является квалифицированным специалистом в области формирования изображения каротажа скважины, практического применения каротажных данных ЯМР, оценки каротажных данных карбонатных коллекторов.



Хань Лешань Специалист по бурению. Обладает богатым опытом работы в сфере бурения и регулирования скважин, в том числе вертикальных скважин. Руководил процессом подготовки и внесения изменений в отраслевые стандарты.



Сюй Фэн Специалист по креплению скважин. Обладает опытом исследования и проведения работ по креплению скважин более 22 лет. Является квалифицированным специалистом по креплению скважин повышенной сложности – сверхглубоких, с высокой температурой, давлением и содержанием серы. Получил два государственных патента.



Чжун Бин Инженер-специалист по газовым месторождениям и отложениям. Обладает богатым опытом проведения разработок месторождений. Осуществлял руководство более 40 различных государственных проектов по планированию, комплексному исследованию, разработке и испытанию газовых месторождений.



Фэн Си Инженер-специалист по газовым месторождениям и отложениям. Посвятил 24 года трудовой деятельности проектам газовых месторождений. Является квалифицированным специалистом в области газовых отложений повышенной сложности, прикладных исследований динамического анализа и механизмов разработки газовых скважин. Совершил инновационные открытия в исследовании неламинарных потоков низкой скорости газовых отложений сверхнизкой проницаемости, проникновения воды в газовые отложения в пластовых трещинах и разрывах, а также в области предварительного динамического анализа газовых отложений с высоким содержанием серы.



Ма Фамин Специалист по исследованию природного газа. Обладает опытом работы в сфере исследования природного газа более 20 лет. Организовал более 300 проектов работы по бурению и ремонту скважин, пробной добыче, наращиванию производительности скважины, руководил отраслевой стандартизацией нефтегазовой отрасли, выпустил две монографии «Инженерное проектирование добычи газа».



Хуан Лимин Специалист по антикоррозионной защите, член американских ассоциаций NACE и SPE, заместитель начальника Секретариата Комитета государственной стандартизации и технологий природного газа. Обладает опытом работы в сфере антикоррозионной защиты и процесса окисления более 22 лет, принимал участие в написании двух профессиональных монографий.



Цзян Фан Специалист по антикоррозионной защите, член правления Китайского научного общества по антикоррозионной защите, член Китайского филиала Международной ассоциации инженеров-коррозионистов (NACE). Долгие годы трудовой деятельности посвятил исследованиям коррозии и материалов для нефтегазовых месторождений. Разработал 6 государственных и отраслевых стандартов.



Контактное лицо: господин Дяо Шунь

Телефон: 8610-59986059

Email: sdiao@cnpc.com.cn

Contact: Mr. Diao Shun

Tel: 8610-59986059

Email: sdiao@cnpc.com.cn

